

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **57208765 A**(43) Date of publication of application: **21.12.82**

(51) Int. Cl.

H04N 1/00**G06F 15/353****H04N 1/46**(21) Application number: **56093013**(22) Date of filing: **18.06.81**(71) Applicant: **DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD**(72) Inventor: **SAKAMOTO TAKU****(54) SIGNAL INTERPOLATING METHOD FOR MEMORY DEVICE****(57) Abstract:**

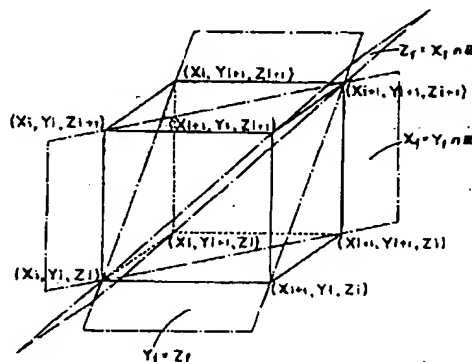
PURPOSE: To obtain an interpolating value without jump, by splitting a 4-dimensional unit super-cube into a plurality of super-cubes, discriminating which super-cube including a point to be interpolated, and performing linear interpolation as to the super-cube.

CONSTITUTION: If a point P to be obtained for the interpolation value has coordinates of $(W_i+W_l, X_i+X_l, Y_i+Y_l, Z_i+Z_l)$, where if $W_i X_i Y_i Z_i$ is established, then it is considered that the point P is included in a 4-dimensional super-cube ABCDE $[(W_i, X_i, Y_i, Z_i), (W_{i+1}, X_{i+1}, Y_{i+1}, Z_{i+1})]$. In this case, an interpolation value $U(W, X, Y, Z)$ of the point P can be obtained by using known values (A), (B), (C), (D) and (E) stored at each apex of the ABCDE of 4-dimension and by referring a weighting coefficient corresponding to each apex to the volume ratio of a tetrahedron.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio

$$U(W, X, Y, Z) = U(W_i + W_l, X_i + X_l, Y_i + Y_l, Z_i + Z_l)$$

$$= (A) \cdot \frac{\text{tetrahedron PBCDE}}{\text{tetrahedron ABCDE}} + (B) \cdot \frac{\text{tetrahedron PCDEA}}{\text{tetrahedron ABCDE}} \\ + (C) \cdot \frac{\text{tetrahedron PDEAB}}{\text{tetrahedron ABCDE}} + (D) \cdot \frac{\text{tetrahedron PEABC}}{\text{tetrahedron ABCDE}} \\ + (E) \cdot \frac{\text{tetrahedron PABCD}}{\text{tetrahedron ABCDE}}$$



⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—208765

⑤ Int. Cl.³

H 04 N 1/00
G 06 F 15/353
H 04 N 1/46

識別記号

1 0 5

庁内整理番号

8020—5C
7056—5B
7136—5C

⑬ 公開 昭和57年(1982)12月21日

発明の数 1
審査請求 有

(全 9 頁)

⑭ メモリ装置における信号補間方法

1

① 特 願 昭56—93013

② 出 願 昭56(1981)6月18日

⑦ 発 明 者 坂本卓

京都市山科区西野阿芸沢町25の

① 出 願 人 大日本スクリーン製造株式会社
京都市上京区堀川通寺之内上る
4丁目天神北町1番地の1

④ 代 理 人 弁理士 竹沢荘一 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

メモリ装置における信号補間方法

2. 特許請求の範囲

少なくとも4次元のアドレス指定第1信号系の値に対応する第2信号系の値が蓄積されたメモリ装置を用いて、所与の第1信号系の入力値からそれに対応する第2信号系の値を求めるのに際し、前記メモリ装置のアドレスを構成する単位超立方体を想定し、該想定された単位超立方体を複数個の超立体に分割し、第1信号系の入力値により当該入力値に対応する点が、分割された超立体のいずれに含まれているかを判別した後、判別された超立体の各頂点における第2信号系の蓄積された値により、第1信号系の入力値に対応する第2信号系の値をリニアに補間して求める様にすることを特徴とする、メモリ装置における信号補間方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、例えばデジタル・カラーキャナのように、印刷インキに対応して、シアン(C)、マゼ

ンタ(M)、イエロー(Y)、黒(B)の4色に分解されたデジタル信号を、例えばカラーCRTモニターあるいはカラーフィルムに対応する画像を出力する際に必要な赤(R)、緑(G)、青(B)の3色デジタル信号に変換する場合に使用されるメモリ装置において、該メモリ装置に蓄積された補正信号を補間する方法に関する。

通常、多色印刷には、インキの3原色であるシアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)の各色インキと、主として暗部のコントラストを向上させるためのKインキ(註：ブラックのことをKと表わすこととする。)の4色インキが使用される。

しかし、これらC、M、Yの各色インキは、減色法における3原色の理想的な分光特性から外れているために、単純にC信号のみからR信号、M信号のみからG信号、またY信号のみからB信号を作成しても、これらR、G、B各信号によつて再現される色は、C、M、Y各信号に対応する各色インキで印刷された再現色とは一致しない。

また、かかる各色インキにおける理想的な分光

(1)

(2)

特性からのずれの問題以外に、これら各色インキを刷り重ねて色再現する場合にも問題がある。すなわち、一般に、インキを刷り重ねた場合、各色インキが有するそれぞれの色濃度の和よりも、実際に刷り重ねられた印刷物が有する色濃度が低くなる、いわゆる相加則不軌の問題がある。

本願出願人は、これらの要因を考慮して、C, M, Y, K信号からR, G, B信号への交換を、アナログ信号処理により行なう方法について、特願昭51-123795号(特開昭53-49503号)として出願している。

このようなC, M, Y, K信号からR, G, B信号への交換に際し、C, M, Y, Kの各インキを単色刷りした場合のR, G, B色濃度、それらの色インキを刷り重ねた場合の予想色濃度の計算、相加則不軌に対する補正値の計算、カラーモニターの特性に対する補正値の計算等の計算を、全てアナログ処理で行なえば、高速処理は可能であるが、これをそのまま、安定性、操作性等に優れたデジタル処理に置換えると、処理時間の点で実

(a)

そこで、テーブルメモリの記憶容量を節約するために、例えば256階調(8ビット)で表わされたC, M, Y, K信号の上位4ビット(16階調)の組合わせごとに、対応するR, G, B信号データを蓄込んだテーブルメモリを作成し、C, M, Y, K信号の下位4ビットの値を使用して補間処理を行ない、必要な精度を出す方法が考えられる。

この場合、C, M, Y, K各信号がそれぞれ16階調のテーブルメモリでは、 $(16)^3 = 2^{12} = 65536$ 個のアドレスごとにR, G, B信号データを蓄込んでおけば良く、補間に際しては、当該補間によつて調子のジャンプが生じないよう、それぞれ各単位補間区分内で補間によつて得られる値が、連続であると同時に、隣接する他の単位補間区分に移る場合にも、連続である必要がある。

第1図は、普通に考えられる常識的な3次元の補間方法を説明するための単位立方体と同じものを、参照記号を変えて示すもので、該単位立方体は、8ビットで表わされたC, M, Y信号のそれぞれ上位4ビット、 C_i, M_i, Y_i (整数部に対応す

(b)

用的でなくなるという難点がある。

そこで、印刷条件が一定であれば、C, M, Y, K信号値の組合わせと、R, G, B信号値の組合わせが、一義的な対応関係にあることを利用して、あらかじめC, M, Y, K信号からR, G, B信号への変換テーブルをメモリ装置に作成しておき、必要に応じて、このテーブルメモリを参照するようにすれば、処理速度を大幅に向上することができる。

しかしながら、かかる変換方法は、必要なC, M, Y, K信号値それぞれの階調が粗い場合には非常に有効な方法であるが、C, M, Y, K各信号値の階調が細くなれば、テーブルメモリの容量がきわめて大きくなるという難点がある。

例えば、C, M, Y, K信号がそれぞれ256階調であるとすれば、テーブルメモリの大きさは、 $(256)^4 = 2^{32} \approx 4 \times 10^8$ となり、4ギガのアドレスごとに、R, G, Bの信号データを256階調で蓄込むことになると、膨大な容量が必要になり実用的でない。

(c)

る。)の組合わせを、既知の値を有する頂点として図示してある。ただし、下位4ビットは、 C_i, M_i, Y_i (小数部に対応する。)と表示するものとする。

それによると、図中の点Pの補間による値 $U(C, M, Y)$ は、単位立方体における各頂点の値に、各頂点と対角位置にある点(C, M, Y)を頂点の1つとする直方体の体積を測じ、それらの積を加算することにより求めることができる。すなわち、

$$\begin{aligned} U(C, M, Y) &= U(C_i + C_i, M_i + M_i, Y_i + Y_i) \\ &= U(C_i, M_i, Y_i) \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - M_i) \cdot (1 - Y_i) \\ &\quad + U(C_{i+1}, M_i, Y_i) \cdot C_i \cdot (1 - M_i) \cdot (1 - Y_i) \\ &\quad + U(C_i, M_{i+1}, Y_i) \cdot (1 - C_i) \cdot M_i \cdot (1 - Y_i) \\ &\quad + U(C_i, M_i, Y_{i+1}) \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - M_i) \cdot Y_i \\ &\quad + U(C_i, M_{i+1}, Y_{i+1}) \cdot (1 - C_i) \cdot M_i \cdot Y_i \\ &\quad + U(C_{i+1}, M_i, Y_{i+1}) \cdot C_i \cdot (1 - M_i) \cdot Y_i \\ &\quad + U(C_{i+1}, M_{i+1}, Y_i) \cdot C_i \cdot M_i \cdot (1 - Y_i) \\ &\quad + U(C_{i+1}, M_{i+1}, Y_{i+1}) \cdot C_i \cdot M_i \cdot Y_i \quad \text{--- (I)} \end{aligned}$$

ここで、 C_i, M_i, Y_i はいずれも小数部であり、

(d)

$1 > C_i \cdot M_i \cdot Y_i \geq 0$ としている。

上記(1)式に示す補間方法においては、各単位補間区分内で補間によつて得られる値が連続であると同時に、隣接する他の単位補間区分に移る場合も連続であり、単位補間区分である単位立方体の各面心位置における補間値は、その面に含まれる各頂点が有する既知の値の平均値となり、かつ体心位置における補間値は、該単位立方体の8個の頂点が有する既知の値の平均値となり、数学的にも妥当な方法である。

そこで、(1)式に示す補間方法をさらに拡張し、例えば、8ビットで表わされたC, M, Y, K信号の上位4ビットC_i, M_i, Y_i, K_iの組合わせごと、対応するR, G, B信号データが書き込まれたテーブルメモリの補間処理に適用するには、次式を用いるのが妥当であると考えられる。すなわち、

$$\begin{aligned} U(C, M, Y, K) = & U(C_i, M_i, Y_i, K_i) \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - M_i) \cdot (1 - Y_i) \\ & \cdot (1 - K_i) + U(C_{i+1}, M_i, Y_i, K_i) \cdot C_i \\ & \cdot (1 - M_i) \cdot (1 - Y_i) \cdot (1 - K_i) \\ & + U(C_i, M_{i+1}, Y_i, K_i) \cdot (1 - C_i) \cdot M_i \\ & \cdot (1 - Y_i) \cdot (1 - K_i) \\ & + U(C_i, M_i, Y_{i+1}, K_i) \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - M_i) \cdot Y_i \\ & \cdot (1 - K_i) \\ & + U(C_i, M_i, Y_i, K_{i+1}) \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - M_i) \cdot (1 - Y_i) \cdot K_i \\ & + U(C_{i+1}, M_{i+1}, Y_{i+1}, K_{i+1}) \cdot C_i \cdot M_i \cdot Y_i \cdot K_i \end{aligned} \quad (7)$$

分内で連続であると同時に、隣接する他の単位補間区分に移る場合も連続であり、補間方法として好ましい長所をもっている。

しかしながら、この補間方法は、前記(1)式から明白な如く、乗算すべき項が16項もあり、各項が、5次で乗算を4回行なわなければならないため、演算回路が複雑かつ高価になるだけでなく、処理速度を向上させると云う初期の目的に反することになる。

また、前記(1)式に示す補間方法は、各単位補間区分内においては、連続した滑らかな接続の補間値が得られるが、隣接する単位補間区分の境界では、補間値の変化分が不連続となり、その不連続の程度が大きくなる恐れがある。

(1)式による3次元→3次元変換の場合も同様の欠点がある。

かかる欠点を緩和するため、本願出願人は、その出願に係る特願昭53-37198号(特願昭53-123201号)において、次に説明するような補間方法について出願している。

(9)

特願昭57-208765(3)

$$\begin{aligned} & \cdot (1 - Y_i) \cdot (1 - K_i) + U(C_i, M_i, Y_{i+1}, K_i) \\ & \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - M_i) \cdot Y_i \cdot (1 - K_i) \\ & + U(C_i, M_i, Y_i, K_{i+1}) \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - M_i) \\ & \cdot (1 - Y_i) \cdot K_i + U(C_{i+1}, M_{i+1}, Y_i, K_i) \\ & \cdot C_i \cdot M_i \cdot (1 - Y_i) \cdot (1 - K_i) \\ & + U(C_{i+1}, M_i, Y_{i+1}, K_i) \cdot C_i \cdot (1 - M_i) \\ & \cdot Y_i \cdot (1 - K_i) + U(C_{i+1}, M_i, Y_i, K_{i+1}) \\ & \cdot C_i \cdot (1 - M_i) \cdot (1 - Y_i) \cdot K_i \\ & + U(C_i, M_{i+1}, Y_{i+1}, K_i) \cdot (1 - C_i) \cdot M_i \\ & \cdot Y_i \cdot (1 - K_i) + U(C_i, M_{i+1}, Y_i, K_{i+1}) \\ & \cdot (1 - C_i) \cdot M_i \cdot (1 - Y_i) \cdot K_i \\ & + U(C_i, M_i, Y_{i+1}, K_{i+1}) \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - M_i) \\ & \cdot Y_i \cdot K_i + U(C_{i+1}, M_{i+1}, Y_{i+1}, K_i) \cdot C_i \cdot M_i \\ & \cdot Y_i \cdot (1 - K_i) + U(C_{i+1}, M_{i+1}, Y_i, K_{i+1}) \\ & \cdot C_i \cdot M_i \cdot (1 - Y_i) \cdot K_i + U(C_{i+1}, M_i, Y_{i+1}, K_{i+1}) \\ & \cdot C_i \cdot (1 - M_i) \cdot Y_i \cdot K_i \\ & + U(C_i, M_{i+1}, Y_{i+1}, K_{i+1}) \cdot (1 - C_i) \cdot M_i \\ & \cdot Y_i \cdot K_i + U(C_{i+1}, M_{i+1}, Y_{i+1}, K_{i+1}) \cdot C_i \\ & \cdot M_i \cdot Y_i \cdot K_i \end{aligned} \quad (8)$$

かかる補間処理による計算値は、各単位補間区分

第2図は、その補間方法を説明するためのもので、単位立方体の分割方法を示している。

すなわち、当該単位立方体を、頂点 (x_i, y_i, z_i) , (x_{i+1}, y_{i+1}, z_i) , (x_i, y_i, z_{i+1}) , $(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$ を通る $x_i = y_i$ なる平面、頂点 (x_i, y_i, z_i) , (x_{i+1}, y_i, z_i) , $(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$, (x_i, y_{i+1}, z_{i+1}) を通る $y_i = z_i$ なる平面、および頂点 (x_i, y_i, z_i) , (x_{i+1}, y_i, z_{i+1}) , $(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$, (x_i, y_{i+1}, z_i) を通る $z_i = x_i$ なる平面とて、6個の4面体に分割する方法である。

今、補間値を求めたい点Pの座標が $(x_i + x_i, y_i + y_i, z_i + z_i)$ であり、 x_i, y_i, z_i 間に $1 > x_i \geq y_i \geq z_i \geq 0$ なる関係がある場合、点Pは、第3図に示す如く、頂点の座標が (x_i, y_i, z_i) , (x_{i+1}, y_i, z_i) , (x_{i+1}, y_{i+1}, z_i) , $(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$ なる4面体ABCDに含まれる。

この場合、点Pにおける補間値 $U(x, y, z)$ を求めるには、前記したと同様、各頂点と点Pとを結ぶ延長線が各頂点に対向する面と交わる点を、それぞれA', B', C', D'とし、各頂点における既知の値を $U(x_i, y_i, z_i)$, $U(x_{i+1}, y_i, z_i)$, $U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_i)$, $U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$

04

$y_{i+1}, z_i), U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$ として、リニアに補間する。

すなわち

$$\begin{aligned} U(x, y, z) &= U(x_i + x_i, y_i + y_i, z_i + z_i) \\ &= U(x_i, y_i, z_i) \cdot \frac{\overline{PA}}{\overline{AA'}} + U(x_{i+1}, y_i, z_i) \cdot \frac{\overline{PB}}{\overline{BB'}} \\ &\quad + U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_i) \cdot \frac{\overline{PC}}{\overline{CC'}} \\ &\quad + U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1}) \cdot \frac{\overline{PD}}{\overline{DD'}} \\ &= U(x_i, y_i, z_i) \cdot (1 - x_i) \\ &\quad + U(x_{i+1}, y_i, z_i) \cdot (x_i - y_i) \\ &\quad + U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_i) \cdot (y_i - z_i) \\ &\quad + U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1}) \cdot x_i \quad \text{--- (四)} \end{aligned}$$

として求めることができる。

同様に、第2図に示す如く分割された残り5個の4面体に点Pが含まれる場合についても、求めることができる。

第1表は、第2図に示す単位立方体を分割して補間する場合の計算式を、まとめて示すものであ

(1)

る。

この方法は、前記図式に示す方法と比較して、補間したい点Pが有する座標値 x_i, y_i, z_i の大小関係だけで、点Pがどの4面体に含まれているかが簡単に判別できるとともに、点Pにおける補間値を求めるための計算式も、さらに簡単な演算により求まる4つの係数と、対応する4個の頂点における既知の値を乗算した後、それぞれを加算するだけであるため、実用的な補間方法と云える。

しかも、単位補間区分である4面体の内部は勿論、隣接する他の単位補間区分との境界において、補間値が不連続となる恐れは全くない。

前記図式においては、第3図の4面体ABCDの各頂点における既知の値を使用して、リニアに補間する場合の各頂点の値に対する重みづけ係数を線分の比として説明した。

しかし、かかる線分の比、例えば $\overline{PA}/\overline{AA'}$ は、4面体PBCD/4面体ABCDに対応し、 $\overline{PB}/\overline{BB'}$ は、4面体PCDA/4面体ABCDに対応するため、各頂点の値に対する重みづけ係数を、4面体の体積の比

(2)

第 1 表

判 別	$U(x_i, y_i, z_i)$	$U(x_{i+1}, y_i, z_i)$	$U(x_i, y_{i+1}, z_i)$	$U(x_i, y_i, z_{i+1})$	$U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_i)$	$U(x_{i+1}, y_i, z_{i+1})$	$U(x_i, y_{i+1}, z_{i+1})$	$U(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$
$x_i \geq y_i \geq z_i$	$1 - x_i$	$x_i - y_i$			$y_i - z_i$			z_i
$x_i \geq z_i > y_i$	$1 - x_i$	$x_i - z_i$				$z_i - y_i$		y_i
$z_i > x_i \geq y_i$	$1 - z_i$			$z_i - x_i$		$x_i - y_i$		y_i
$z_i \geq y_i > x_i$	$1 - z_i$			$z_i - y_i$			$y_i - x_i$	x_i
$y_i > z_i \geq x_i$	$1 - y_i$		$y_i - z_i$				$z_i - x_i$	x_i
$y_i > x_i > z_i$	$1 - y_i$		$y_i - x_i$		$x_i - z_i$			z_i

(11)

としても、説明することができる。

本発明は、かかる図式の方法を、4次元のテーブルメモリ装置の補間を目的として、4次元にまで拡張したものであり、前記図式に示す3次元の場合と同様、テーブルメモリを参照するための、例えば8ビットのアドレスデータの上位4ビット（整数部に対応する） w_i, x_i, y_i, z_i の各組合せについては、すべて既知の値として、当該テーブルメモリにデータが準備されているものとし、下位4ビット（小数部に対応する） w_i, x_i, y_i, z_i の大小判定を行なうことにより、補間すべき値が、4次元で構成される単位超立方体のいずれに含まれているかを識別し、補間計算を行なうようにしたものである。

今、補間値を求めたい点Pが、 $(w_i + w_i, x_i + x_i, y_i + y_i, z_i + z_i)$ なる座標を有し、仮に $w_i \geq x_i \geq y_i \geq z_i$ であれば、点Pは、各頂点が以下に示す座標を有する4次元の超立方体ABCDEに含まれると考えても、何ら支障はない。ただし、

頂点Aの座標は、 (w_i, x_i, y_i, z_i)

(4)

超立方体PBCDE / 超立方体ABCDE = $1 - w_i$

超立方体PCDEA / 超立方体ABCDE = $w_i - x_i$

超立方体PDEAB / 超立方体ABCDE = $x_i - y_i$

超立方体PEABC / 超立方体ABCDE = $y_i - z_i$

超立方体PABCD / 超立方体ABCDE = z_i

したがって、前記補間値 $U(w, x, y, z)$ は、

$$\begin{aligned} U(w, x, y, z) &= [A] \cdot (1 - w_i) + [B] \cdot (w_i - x_i) \\ &\quad + [C] \cdot (x_i - y_i) + [D] \cdot (y_i - z_i) \\ &\quad + [E] \cdot z_i \\ &= U(w_i, x_i, y_i, z_i) \cdot (1 - w_i) \\ &\quad + U(w_{i+1}, x_i, y_i, z_i) \cdot (w_i - x_i) \\ &\quad + U(w_{i+1}, x_{i+1}, y_i, z_i) \cdot (x_i - y_i) \\ &\quad + U(w_{i+1}, x_{i+1}, y_{i+1}, z_i) \cdot (y_i - z_i) \\ &\quad + U(w_{i+1}, x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1}) \cdot z_i \quad \text{--- (5)} \end{aligned}$$

となる。

また、 w_i, x_i, y_i, z_i の大小関係は、前記した場合以外に23通りあり、これら各場合についてまとめたものを、第2表に示す。

以上のように、本発明に係る信号補間方法は、前記図式に示す3次元の補間方法において、単位

頂点Bの座標は、 (w_{i+1}, x_i, y_i, z_i)

頂点Cの座標は、 $(w_{i+1}, x_{i+1}, y_i, z_i)$

頂点Dの座標は、 $(w_{i+1}, x_{i+1}, y_{i+1}, z_i)$

頂点Eの座標は、 $(w_{i+1}, x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$ とする。

このとき、4次元の超立方体ABCDEの各頂点に蓄積された既知の値、 $[A], [B], [C], [D], [E]$ を使用し、前記した図式の補間方法において各頂点の値に対する重みづけ係数を、4面体の体積比としたことに準じて、超立方体の体積比として点Pにおける補間値 $U(w, x, y, z)$ を求めれば、次の如くなる。すなわち、

$$\begin{aligned} U(w, x, y, z) &= U(w_i + w_i, x_i + x_i, y_i + y_i, z_i + z_i) \\ &= [A] \cdot \frac{\text{超立方体PBCDE}}{\text{超立方体ABCDE}} + [B] \cdot \frac{\text{超立方体PCDEA}}{\text{超立方体ABCDE}} \\ &\quad + [C] \cdot \frac{\text{超立方体PDEAB}}{\text{超立方体ABCDE}} + [D] \cdot \frac{\text{超立方体PEABC}}{\text{超立方体ABCDE}} \\ &\quad + [E] \cdot \frac{\text{超立方体PABCD}}{\text{超立方体ABCDE}} \end{aligned}$$

また、 $w_i \geq x_i \geq y_i \geq z_i$ の条件のもとでは、かかる超立方体の体積比は、前記図式に準じて次のように変換することができる。すなわち、

(5)

第 2 表

	$U(w_i, x_i, y_i, z_i)$	$U(w_{i+1}, x_i, y_i, z_i)$	$U(w_i, x_{i+1}, y_i, z_i)$	$U(w_i, x_i, y_{i+1}, z_i)$	$U(w_i, x_i, y_i, z_{i+1})$	$U(w_{i+1}, x_i, y_{i+1}, z_i)$	$U(w_{i+1}, x_{i+1}, y_i, z_i)$	$U(w_{i+1}, x_i, y_i, z_{i+1})$
$1 > w_i \geq x_i \geq y_i \geq z_i \geq 0$	$1 - w_i$	$w_i - x_i$	—	—	—	—	$x_i - y_i$	—
$1 > w_i \geq x_i \geq z_i > y_i \geq 0$	$1 - w_i$	$w_i - x_i$	—	—	—	—	$x_i - z_i$	—
$1 > w_i \geq y_i > x_i \geq z_i \geq 0$	$1 - w_i$	$w_i - y_i$	—	—	—	$y_i - x_i$	—	—
$1 > w_i \geq y_i \geq z_i > x_i \geq 0$	$1 - w_i$	$w_i - y_i$	—	—	—	$y_i - z_i$	—	—
$1 > w_i \geq z_i > x_i \geq y_i \geq 0$	$1 - w_i$	$w_i - z_i$	—	—	—	—	—	$z_i - x_i$
$1 > w_i \geq z_i > y_i > x_i \geq 0$	$1 - w_i$	$w_i - z_i$	—	—	—	—	—	$z_i - y_i$
$1 > x_i > w_i \geq y_i \geq z_i \geq 0$	$1 - x_i$	—	$x_i - w_i$	—	—	—	$w_i - y_i$	—
$1 > x_i > w_i \geq z_i > y_i \geq 0$	$1 - x_i$	—	$x_i - w_i$	—	—	—	$w_i - z_i$	—
$1 > x_i \geq y_i > w_i \geq z_i \geq 0$	$1 - x_i$	—	$x_i - y_i$	—	—	—	—	—
$1 > x_i \geq y_i \geq z_i > w_i \geq 0$	$1 - x_i$	—	$x_i - y_i$	—	—	—	—	—
$1 > x_i \geq z_i \geq y_i > w_i \geq 0$	$1 - x_i$	—	$x_i - z_i$	—	—	—	—	—
$1 > y_i > w_i \geq x_i \geq z_i \geq 0$	$1 - y_i$	—	—	$y_i - w_i$	—	$w_i - x_i$	—	—
$1 > y_i > w_i \geq z_i > x_i \geq 0$	$1 - y_i$	—	—	$y_i - w_i$	—	$w_i - z_i$	—	—
$1 > y_i > x_i \geq w_i \geq z_i \geq 0$	$1 - y_i$	—	—	$y_i - x_i$	—	—	—	—
$1 > y_i > x_i \geq z_i > w_i \geq 0$	$1 - y_i$	—	—	$y_i - x_i$	—	—	—	—
$1 > y_i \geq z_i > x_i \geq w_i \geq 0$	$1 - y_i$	—	—	$y_i - z_i$	—	—	—	—
$1 > y_i \geq z_i > w_i > x_i \geq 0$	$1 - y_i$	—	—	$y_i - z_i$	—	—	—	—
$1 > z_i > w_i \geq x_i \geq y_i \geq 0$	$1 - z_i$	—	—	—	$z_i - w_i$	—	—	$w_i - x_i$
$1 > z_i > w_i \geq y_i > x_i \geq 0$	$1 - z_i$	—	—	—	$z_i - w_i$	—	—	$w_i - y_i$
$1 > z_i > x_i \geq w_i \geq y_i \geq 0$	$1 - z_i$	—	—	—	$z_i - x_i$	—	—	—
$1 > z_i > x_i \geq y_i > w_i \geq 0$	$1 - z_i$	—	—	—	$z_i - x_i$	—	—	—
$1 > z_i > y_i \geq w_i \geq x_i \geq 0$	$1 - z_i$	—	—	—	$z_i - y_i$	—	—	—
$1 > z_i > y_i > x_i > w_i \geq 0$	$1 - z_i$	—	—	—	$z_i - y_i$	—	—	—

(注) 〇左は省略。

$U(w_t, x_{t+1}, y_{t+1}, z_t)$	$U(w_t, x_{t+1}, y_t, z_{t+1})$	$U(w_t, x_t, y_{t+1}, z_{t+1})$	$U(w_{t+1}, x_{t+1}, y_{t+1}, z_t)$	$U(w_{t+1}, x_{t+1}, y_t, z_{t+1})$	$U(w_{t+1}, x_t, y_{t+1}, z_{t+1})$	$U(w_{t+1}, x_{t+1}, y_{t+1}, z_{t+1})$	$U(w_{t+1}, x_{t+1}, y_t, z_{t+1})$
—	—	—	$y_t - z_t$	—	—	—	z_t
—	—	—	—	$z_t - y_t$	—	—	y_t
—	—	—	$z_t - z_t$	—	—	—	z_t
—	—	—	—	—	$z_t - x_t$	—	x_t
—	—	—	—	$x_t - y_t$	—	—	y_t
—	—	—	—	—	$y_t - x_t$	—	x_t
—	—	—	$y_t - z_t$	—	—	—	z_t
—	—	—	—	$z_t - y_t$	—	—	y_t
$y_t - w_t$	—	—	$w_t - z_t$	—	—	—	z_t
$y_t - z_t$	—	—	—	—	—	$z_t - w_t$	w_t
—	$z_t - w_t$	—	—	$w_t - y_t$	—	—	y_t
—	$z_t - y_t$	—	—	—	—	$y_t - w_t$	w_t
—	—	—	$x_t - z_t$	—	—	—	z_t
—	—	—	—	—	$z_t - x_t$	—	x_t
$x_t - w_t$	—	—	$w_t - z_t$	—	—	—	z_t
$x_t - z_t$	—	—	—	—	—	$z_t - w_t$	w_t
—	—	$z_t - x_t$	—	—	—	$x_t - w_t$	w_t
—	—	$z_t - w_t$	—	—	$w_t - x_t$	—	x_t
—	—	—	—	$x_t - y_t$	—	—	y_t
—	—	—	—	—	$y_t - x_t$	—	x_t
—	$x_t - w_t$	—	—	$w_t - y_t$	—	—	y_t
—	$x_t - y_t$	—	—	—	—	$y_t - w_t$	w_t
—	—	$y_t - w_t$	—	—	$w_t - x_t$	—	x_t
—	—	$y_t - x_t$	—	—	—	$x_t - w_t$	w_t

U(1) = 1

立方体を単位補間区分である4面体に分割したことに準じて、4次元の単位超立方体を複数の超立体に分割し、補間したい点がいずれの超立体に含まれているかを判別した後、判別された超立体について、リニアに補間するものであり、前記図式で示す従来の補間方法に比較して、かなり簡単な計算式でジャンプのない補間値が得られるとともに、単位超立方体の境界部分においても、滑らかな補間が可能となる。

また、本発明に係る補間方法は、前記図式に示す3次元の補間方法と比較しても、わずか1項増加しただけであるため、高速での演算が必要とされるメモリ装置の補間方法に適しており、実装上からも、演算回路の作製が容易となる。

また、上記した説明では、メモリ装置のアドレス信号が4次元の場合の補間方法について記述したが、本発明の方法は、メモリ装置のアドレス信号が5次元以上となつても、容易に適用することができる。

その場合、例えば5次元の場合、補間したい点

図

Pの座標が、 $(v_i + v_f, w_i + w_f, x_i + x_f, y_i + y_f, z_i + z_f)$ で、仮に $v_i \geq w_i \geq x_i \geq y_i \geq z_i$ であれば、その点Pにおける補間値 $U(v, w, x, y, z)$ は次の如くなる。すなわち、

$$\begin{aligned} U(v, w, x, y, z) = & U(v_i, w_i, x_i, y_i, z_i) \cdot (1 - v_f) \\ & + U(v_{i+1}, w_i, x_i, y_i, z_i) \cdot (v_f - w_f) \\ & + U(v_{i+1}, w_{i+1}, x_i, y_i, z_i) \cdot (w_f - x_f) \\ & + U(v_{i+1}, w_{i+1}, x_{i+1}, y_i, z_i) \cdot (x_f - y_f) \\ & + U(v_{i+1}, w_{i+1}, x_{i+1}, y_{i+1}, z_i) \cdot (y_f - z_f) \\ & + U(v_{i+1}, w_{i+1}, x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1}) \cdot z_f \end{aligned}$$

となり、前記図式における項数が6となる。さらに、6次元の場合はと云うように、項数が1個ずつ順次増加するだけであるから、高速での演算が可能である。

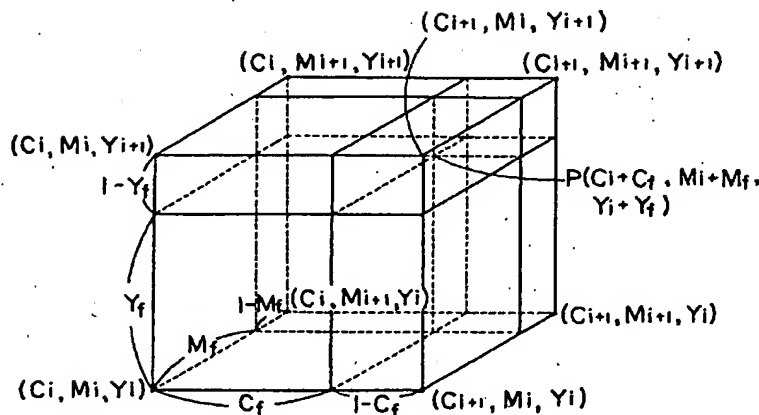
4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図は、3次元の場合における従来の補間方法を説明するための異なる単位立方体を示す。

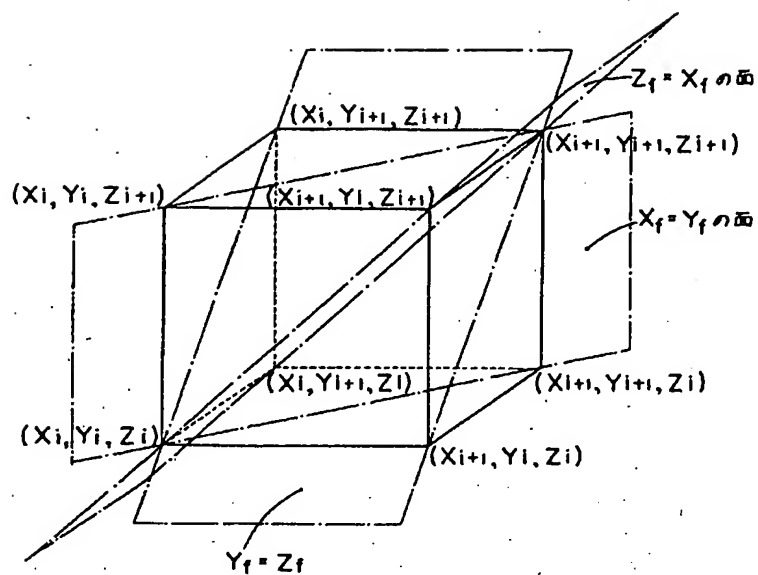
第3図は、第2図に示す単位立方体を分割した単位補間区分を示す。

図

第1図



第 2 図



第 3 図

